

ANALISIS SEDIMENTASI PANTAI SURABAYA-SIDOARJO PASCA PEMBANGUNAN JEMBATAN SURAMADU DAN PERISTIWA LAPINDO MENGGUNAKAN CITRA SATELIT SPOT-4

Ratna Mayasari¹, Bangun Muljo Sukojo¹, Andie Setiyoko²

¹Program Studi Teknik Geomatika FTSP-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111

²Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), Jl.LAPAN No.70, Pekayon-Pasar Rebo, Jakarta, Indonesia
Email: ratna@geodesy.its.ac.id

Abstrak

Sedimentation is the process of formation or deposition of sediment. Coastal areas north of East Java, especially Surabaya and Sidoarjo, is an entity that has a different pattern of development of coastal shoreline. This study used data satellite SPOT-4 and Landsat-7 ETM, where medium-resolution satellite has a swath width to the SPOT-4 60km and 185km for the Landsat-7 ETM. Sedimentation can be well described by using the red band of each satellite image was first converted into reflectance values to eliminate the atmospheric effects. The algorithm used is algorithm Budhiman to get the value of TSS (Total Suspended Solid). From the data processing and analysis we found that sedimentation along the coast of Surabaya-Sidoarjo dominated by TSS values 25-125 mg/L. In addition sedimentation can also be seen from the addition of 147.978 ha of land area between the years 2003 and 2006 and 213.888 ha between 2006 and 2009. From these results can be indicated that the sedimentation rate is increasing after the suramadu bridge construction and Lapindo events.

Key words: Coast Surabaya-Sidoarjo, Sedimentation, SPOT-4 satellite imagery

PENDAHULUAN

Sedimentasi merupakan proses pembentukan atau pengendapan sedimen. Menurut Ilahude (2006), wilayah pesisir merupakan lingkungan yang dinamis, unik dan rentan terhadap perubahan lingkungan. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap lingkungan pesisir antara lain adalah aktivitas di daratan, pertumbuhan penduduk, perubahan iklim, peningkatan permintaan akan ruang dan sumberdaya serta dinamika lingkungan pantai. Disamping itu perairan pesisir dipengaruhi oleh interaksi dinamis antara masukan air dari lautan (*ocean waters*) dan air tawar (*freshwater*).

Demikian pula upaya pembuangan semburan lumpur Lapindo ke laut melalui Kali Porong, Sidoarjo dan selesainya pembangunan jembatan Suramadu, Surabaya. Jika hal itu terjadi maka kondisi inipun menjadi bagian dari pengaruh eksternal terhadap dinamika lingkungan pantai. Tetapi sejauh mana pengaruhnya terhadap kawasan pesisir, tergantung dari pemanfaatan lahan baik di sekitar muara Kali Porong, di pesisir pantai Sidoarjo dan di pesisir pantai Surabaya.

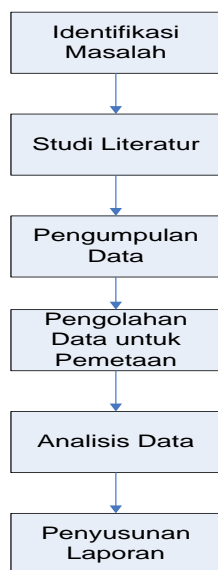
Kegiatan penelitian ini dilakukan di pantai Surabaya Sidoarjo yang terletak antara 7°10'20"LS-7°36'00"LS dan 112°34'52"BT-112°54'36"BT.

METODOLOGI

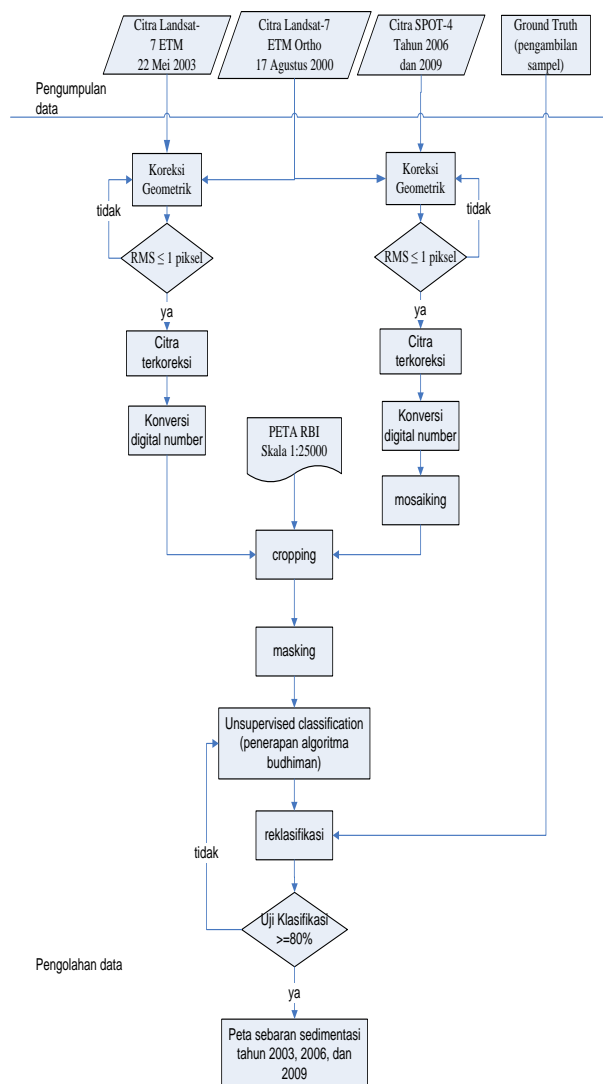
Peralatan yang dibutuhkan meliputi: *Notebook Axioo Pentium Dual-Core*, Memori 2GB, *Hard disk 80GB*, *Printer Canon iP-1880*, Sistem Operasi *Windows XP*, *Er Mapper 7.0*, *ArcView 3.3*, *Microsoft Excel 2007*, *Microsoft Word 2007*, *Microsoft Visio 2003*, Kamera Digital, *GPS handheld* navigasi, form lapangan, dan alat tulis.

Data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah Citra satelit *SPOT-4*, Citra *Landsat-7 ETM* Ortho, dan Peta RBI.

Tahapan yang dilaksanakan dalam penelitian Tugas Akhir ini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Tahapan Pelaksanaan Penelitian



Gambar 2 Diagram Alir Pengolahan Data untuk Pemetaan

Persamaan yang digunakan untuk merubah nilai DN ke dalam nilai reflektan adalah:

a. Data SPOT-4

$$\frac{DN - DN_{min}}{DN_{max} - DN_{min}} \times (R_{max} - R_{min}) + R_{min} \quad (1)$$

b. Data Landsat

$$\frac{DN - DN_{min}}{DN_{max} - DN_{min}} \times (R_{max} - R_{min}) + R_{min} \quad (2)$$

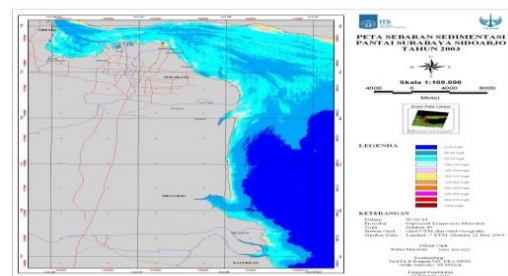
Algoritma digunakan untuk menghitung nilai TSS berdasarkan nilai spektral yang terekam oleh citra. Algoritma yang digunakan adalah algoritma Budhiman yang menggunakan nilai reflektan dari band merah dengan persamaan (3) dan (4)

a. SPOT-4

$$\dots (3)$$

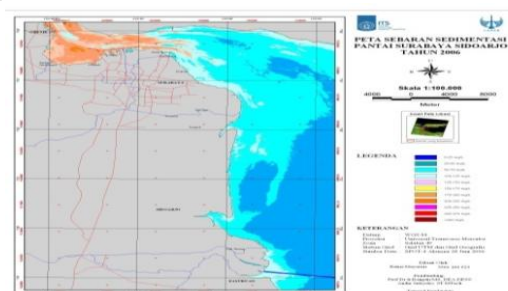
b. Landsat-7 ETM

$$\dots (4)$$



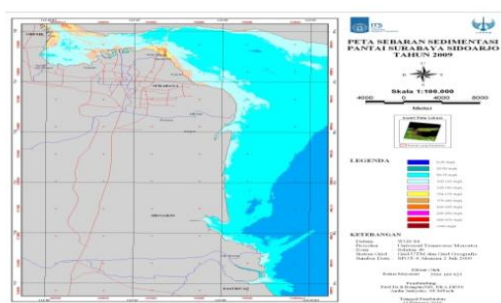
Gambar 3 Peta Sedimentasi Tahun 2003

Dari gambar 3 dapat terlihat persebaran kelas sedimentasi dengan luas terbesar adalah kelas 1 yang tersebar di perairan laut Jawa. Sedangkan kelas dengan luas terkecil adalah kelas 10 yang tersebar tidak merata di sepanjang pantai Surabaya-Sidoarjo. Di sekitar jembatan suramadu nilai TSS berkisar antara 50-75 mg/L. Sedangkan di muara porong nilai TSS berkisar antara 25-75 mg/L.



Gambar 4 Peta Sedimentasi Tahun 2006

Dari gambar 4 dapat terlihat persebaran kelas sedimentasi dengan luas terbesar adalah kelas 2 yang tersebar di perairan laut Jawa, mendekati sisi Sidoarjo. Sedangkan kelas dengan luas terkecil adalah kelas 10 yang tersebar tidak merata di sepanjang pantai Surabaya-Sidoarjo. Di sekitar jembatan suramadu nilai TSS berkisar antara 75-150 mg/L. Sedangkan di muara porong nilai TSS berkisar antara 50-100 mg/L.



Gambar 5 Peta Sedimentasi Tahun 2009

Dari gambar 5 dapat terlihat persebaran kelas sedimentasi dengan luas terbesar adalah kelas 3 yang tersebar di perairan laut Jawa, mendekati sisi Surabaya. Sedangkan kelas dengan luas terkecil adalah kelas 10 yang tersebar tidak merata di sepanjang pantai Surabaya-Sidoarjo. Di sekitar jembatan suramadu nilai TSS berkisar antara 75-150 mg/L. Sedangkan di muara porong nilai TSS berkisar antara 50-100 mg/L.

Tabel 2 Perbandingan Luas Kelas Sedimentasi Tahun 2003, 2006 dan 2009

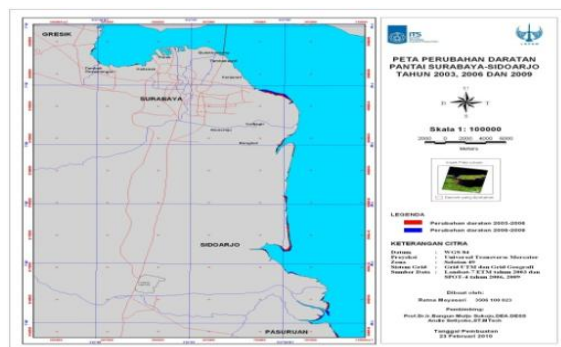
Kelas	Keterangan (Mg/L)	Luas (Ha)		
		2003	2006	2009
1	0-25	26719,110	1417,920	0,000
2	25-50	19978,200	30156,960	23434,240
3	50-75	19913,040	26481,160	33617,320
4	75-100	2516,310	6855,480	11254,840
5	100-125	974,520	2759,240	1677,320
6	125-150	404,010	1929,200	418,080
7	150-175	89,910	910,120	157,080
8	175-200	50,760	174,680	9,240
9	200-225	28,710	7,760	7,640
10	225-250	5,850	1,640	4,720
11	>250	16,020	6,320	6,840

Sumber: Hasil Pengolahan Citra

Dari tabel 2 dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Dari tahun 2003 ke 2009, persebaran kelas sedimentasi relatif tetap

- Persebaran sedimentasi dengan jumlah relatif tinggi berkisar antara nilai 25-125 mg/L
- Terjadi peningkatan jumlah luasan untuk kelas sedimen menengah (50-100mg/L), dan penurunan pada kelas sedimen rendah (0-25mg/L)



Gambar 6 Peta Perubahan Daratan

Secara lebih rinci, perubahan luas dari tahun 2003 ke 2006 dan dari 2006 ke 2009 dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Perubahan Luas Daratan

Tahun	Luas (Ha)	Perubahan Luas (Ha)
2003	118715,442	0
2006	118724,580	147,978
2009	118840,547	213,888

Dari tabel 3 diketahui bahwa telah terjadi penambahan luas daratan yang signifikan antara tahun 2006 ke 2009 (213,888 ha) jika dibandingkan dengan penambahan luas antara tahun 2003 dan 2006 (147,978 ha). Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah:

- Sedimen yang dibawa oleh sungai-sungai yang bermuara di pantai Surabaya-Sidoarjo, misalnya Sungai Brantas dan Sungai Porong. *Marine Geological Institute* (MGI) Indonesia, dalam Kompas (November 2008), mencatat bahwa Kali Brantas membawa sedimen 1,3 kilogram per meter persegi. Sedimen Kali Brantas yang dibawa dari sedikitnya 10 anak sungai yang bermuara di pesisir Surabaya menambah garis pantai rata-rata tujuh meter per tahun.
- Reklamasi yang dilakukan oleh penduduk di daerah pantai atau *developer*

- c. Pendangkalan akibat pembangunan jembatan Suramadu
- d. Sedimen yang berasal dari pembuangan lumpur Lapindo melalui Kali Porong

Analisis Berdasarkan Musim

Data citra yang dipilih berada pada satu musim (musim kemarau). Berdasarkan pencatatan data angin oleh BMKG stasiun tanjung perak dimana musim kemarau adalah dimana pengaruh angin timur lebih dominan. Hal ini terjadi pada bulan Mei-Oktober. Sehingga pada bulan ini, daerah Surabaya dan sekitarnya mengalami musim kemarau.

Analisis Pasang Surut

Pasang surut mempengaruhi sebaran sedimentasi. Jika kondisi pasang, maka distribusi air akan terjadi dari laut menuju sungai sehingga distribusi sedimen tersuspensi juga mengalir dari laut menuju sungai, sedangkan jika kondisi surut maka akan terjadi aliran air dari sungai ke laut, sehingga material-material dan sedimen tersuspensi juga akan mengalir dari sungai menuju laut. Berdasarkan data pasang-surut Dinas Hidrografi dan Oseanografi TNIL AL (Dishidros), dapat ditunjukkan ketinggian pasang surut air laut berdasarkan waktu .

Tabel 4 Keadaan Pasang-Surut Saat Akuisisi Citra

Data	Akuisisi	Tinggi Pasut	Ket
Citra Landsat-7 ETM 118/065	22 Mei 2003 10.00-12.00 WIB	20m	Pasang
Citra SPOT-4 297/364	28 Juni 2006 03.05.11 WIB	1,7m	Menuju surut
Citra SPOT-4 297/365	28 Juni 2006 03.05.19 WIB	1,7m	Menuju surut
Citra SPOT-4 297/364	21 Juli 2009 02.37.08 WIB	1,6m	Menuju surut
Citra SPOT-4 297/365	21 Juli 2009 02.37.16 WIB	1,6m	Menuju surut

Sedangkan pada saat pengambilan data lapangan dilakukan antara jam 8-10 dengan data ketinggian pasut antara 1,3-1,7m, dimana kondisinya menuju pasang. Pasang tertinggi adalah 1,7m dan surut terendah adalah 1,3m. Sedangkan selisihnya adalah 0,4m.

Analisis Bathimetri

Penelitian tentang sedimentasi di daerah pantai seharusnya memperhatikan keadaan bathimetri untuk mengetahui kedalaman perairan yang merupakan faktor dominan dari perhitungan transpor sedimen. Data Bathimetri ini diperoleh dari peta LPI tahun 1993 daerah pantai Surabaya-Sidoarjo. Kondisi bathimetri pantai Surabaya-Sidoarjo berkisar antara kedalaman 0-25m. Hal ini akan mempengaruhi nilai reflektan yang dipantulkan oleh objek dan direkam oleh satelit.

Analisis Sumber Sedimen

Dari hasil laboratorium diketahui bahwa jenis tanah yang dominan di daerah tambakwedi adalah *silty clay* (lempung lanauan) dan *clayey sand* (pasir lempungan). Sedangkan di daerah tambakwedi dan porong didominasi oleh jenis tanah *clayey silt* (lanau lempungan).

Analisis Hasil Groundtruth

Dari hasil pengamatan lapangan pada tanggal 16, 17, dan 20 Maret 2010 yang telah dilakukan uji laboratorium di laboratorium Kualitas Lingkungan Teknik Lingkungan FTSP-ITS, didapatkan hasil bahwa nilai TSS hasil dari analisis laboratorium yang diperoleh dari pengambilan sampel lapangan mempunyai nilai kelas yang berbeda dengan kelas TSS dari hasil pengolahan citra. Adapun perbedaan tersebut antara lain dapat disebabkan beberapa hal berikut:

- a. Perbedaan musim pengambilan data lapangan dan tanggal akuisisi citra, dimana citra memiliki akuisisi pada musim kemarau, dan pengambilan data data lapangan dilakukan pada bulan Maret (musim penghujan)
- b. Kondisi pada saat pengambilan data lapangan, misalnya pengambilan data dilakukan setelah turun hujan.

KESIMPULAN

Perubahan daratan yang cukup signifikan antara 2 periode, 147,978 ha antara tahun 2003 sampai 2006 dan 213,888ha antara tahun 2006 sampai 2009. Dari hasil ini diindikasikan bahwa terjadi peningkatan laju sedimentasi pasca pembangunan jembatan Suramadu dan peristiwa Lapindo.

Dari tahun 2003 ke 2009, persebaran kelas sedimentasi relatif tetap pada masing-masing kelas sedimentasi. Sebaran sedimentasi di sepanjang pantai Surabaya-Sidoarjo didominasi oleh nilai TSS 25-125 mg/L. Dalam penelitian ini belum bisa diketahui hubungan antara sedimentasi dan peristiwa Lapindo maupun pembangunan Jembatan Suramadu walaupun terjadi peningkatan jumlah luasan untuk kelas sedimen menengah, dan penurunan pada kelas sedimen rendah antara selama tahun 2003, 2006, dan 2009.

Data citra yang didapatkan berada pada satu musim (musim kemarau) sehingga pengaruh musim dapat diabaikan. Adapun beberapa hal lain yang mempengaruhi sebaran sedimentasi adalah pasang surut, kedalaman, dan sumber sedimen. Pengambilan data lapangan memiliki waktu yang berbeda dengan tanggal akuisisi citra, sehingga dimungkinkan juga terjadinya selisih karena perbedaan tanggal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adry, Rahardian. 2009. *Evaluasi Perubahan Garis Pantai dan Tutupan Lahan Kawasan Pesisir Surabaya dan Sidoarjo*. Surabaya: Tugas Akhir Program Studi Teknik Geomatika.
- Budiman, S. 2004. *Mapping TSM Concentrations From Multisensor Satellite Images in Turbid Tropical Coastal Waters of Mahakam Delta Indonesia*. Enschede: Msc. Thesis. ITC. Enschede, The Netherlands.
- Darmahadi. 2006. *Evaluasi Sedimen Pantai Ujung Pangkah Menggunakan Metode Interpretasi Citra Satelit Multispektral*. Surabaya: Tugas Akhir Program Studi Teknik Geodesi ITS.
- Ilahude, Delyuzar. 2006. *Dinamika Arus Pesisir Pantai Pasuruan Mendorong Aliran Lumpur Sidoarjo*. <URL<http://hotmudflow.wordpress.com/2006/10/03/dinamika-arus-pesisir-pantai-pasuruan-mendorong-aliran-lumpur-sidoarjo/>>. Dikunjungi pada tanggal 19 Agustus 2009, jam 11.08 WIB.
- Koescahyono, Widi. 1997. *Pemrosesan Data Citra Satelit Landsat-TM untuk Interpretasi dan Mendeteksi Kekeruhan, Pembuatan Peta Tematik Muatan Padatan Tersuspensi Perairan Selat Madura*. Surabaya: Laporan Praktik Kerja Lapangan Universitas Hang Tuah.
- Lillesand, T.M. dan Kiefer, R.W. 1990. *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York: John Wiley&Son.Inc.
- Pahlevi, Arisauna M. 2009. *Analisis Sedimentasi di Muara Kali Porong Akibat Pembuangan Lumpur Lapindo Menggunakan Data Citra Satelit ASTER*. Surabaya: Tugas Akhir Program Studi Teknik Geomatika.
- Priyanto, S. B. 2006. *Evaluasi Distribusi Sedimen Di Wilayah Selat Madura Menggunakan Citra Landsat Multitemporal*. Surabaya : Tugas Akhir Program Studi Teknik Geodesi ITS.
- Purwadhi, S.H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: Grasindo.
- Saputra, Rahmawan. 2009. *Dampak Pembangunan Jembatan Suramadu terhadap Perubahan Kedalaman Laut (Batimetri) di Perairan Selat Madura*. Surabaya : Tugas Akhir Program Studi Teknik Geomatika ITS.
- Solihuddin, Tubagus. 2008. *Analisis Data Satelit Multi Temporal untuk Mengidentifikasi Dinamika Sedimen di Perairan Alur Barat Selat Madura*. Surabaya : Tesis Program Master Bidang Keahlian Penginderaan Jauh Jurusan Teknik Sipil ITS.
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Widjiharti, Endang. 2000. *Studi Morfologi Garis Pantai dengan Menggunakan Teori Garis Tunggal (Single Line Theory) Studi Kasus Pantai Timur Sidoarjo*. Surabaya: Tesis Program Master Jurusan Teknik Sipil ITS.
- Wikantika. 2008. *Analisis Sedimentasi dengan Inderaja*. <URL <http://wikantika.wordpress.com>>. Dikunjungi pada 15 Oktober 2009, jam 06.45 WIB.
- Willy, Randolph H. 2005. *Sedimentation Rate Predictive Model Using Digital Images at Bintuni Bay in Papua: a Methodological Approach*. Surabaya : PIT MAPIN XIV.